

## 방폐물처분장 안전성입증을 위한 safety case 이해 및 접근 방안

배대석, 고용권, 최종원

방사성폐기물처분연구부, 한국원자력연구원

### 1. 서언

방사성폐기물은 적절한 용기로 포장하여 적정기간 동안 인간생태계로부터 격리·처분하기 위하여, 공학적 및 천연방벽 등으로 구성하는 다중방벽개념의 지층처분이 가장 선호되는 처분방식 중 하나이다. 지층처분장의 건설 혹은 운영 허가는 처분시스템의 안전성을 입증할 수 있는 일련의 행위·과정과 결과에 대하여 심사 과정을 거쳐 달성하게 된다. 현재 까지 안전성입증을 위한 노력은 자국의 사정에 맞는 규제기준에 따라 방사능 피폭선량치와 같은 수치적인 계산 결과에 치중하여 평가를 수행하여 왔다.

한편 Safety Case는 OECD/NEA 및 IAEA를 중심으로 1990년대 시작으로 2000년 이후 활성화 되어 제기된 안전성입증을 위한 다양한 사례들이 보고·토의되는 과정에서 접근개념이 수정·보완되어 왔다. Safety case는 처분사업의 진행과정에서 보다 폭 넓은 이해와 엄격한 적용을 통하여, 처분사업 수행과정 중 여러 단계를 거치면서 중요한 결정을 내리는 주요 역할과 기능을 한다.

### 2. Safety Case의 이해

**Safety Case의 개념과 의미:** Safety Case는 처분장 폐쇄 후 시설에 대한 능동적인 관리 기간 이후까지 처분시스템의 안전성 입증을 위한 주장·요구를 정량화하고 확인하는 내용으로서, 다양한 증거(evidence), 분석방법(analysis) 및 현안문제(argument) 등 제반 사안을 종합·통합평가하는 업무로 정의된다(OECD, 2004). Safety Case에서 "Case"에 대한 법적 의미는 "판례"와 동등하게 이해되며, 특정현안(사건)에 대하여 다양한 조사 방법을 통하여 증거를 수집·분석하여 진실을 입증함으로써 최종 판결을 내림으로써 일련의 과정이 마무리된다. 따라서 Safety Case 용어는 처분시스템의 "SACA(Safety Case: 안전입증사례)"로 사용(제한)할 수 있다.

**SACA(안전입증사례)의 기능과 역할:** 처분장 개발 과정에서 처분장의 운영 및 폐쇄후 전체 기간을 대상으로 규제권자, 수행자 및 기타 이해당사자 등에 의해 지속적으로 경신하고, 검토·심사하고 그리고 수정보완 과정이 유지 관리되고 현안문제 해결로 귀결된다. 후속 업무단계로 전환하기 위한 선행 결정을 지원하는 데도 적용되며, 주요 기능은 특정 현안과제에 대하여 설득력이 높은 SACA의 생산이다. 따라서 처분시설 개발 및 안전심사 과정에서 지속적으로 관리함으로써 결정과정·행위의 품질에 높은 신뢰성이 요구된다. 이는 수십 년 및 후세대에 걸쳐 정보를 관리 및 전달하기 위해 적절한 수단을 확립하고 사용하는 필요성을 의미하는 것이다.

**구성 요소 및 특징:** 제기된 각 SACA를 위한 결정, 상황·배경에 적용하여야 하는 형식과 내용을 구성하는 요소는, 안전성확보 전략(safety strategy), 평가 기본원칙(assessment basis), 안전성 입증과 관련한 현안문제(evidence, analyses and arguments), 그리고 이들의 종합·통합평가(synthesis)로 구성된다.

**안전성확보 전략**은 처분안전성 목표 달성을 위해 적용되는 높은 수준의 접근방법으로서, 전반적인 관리전략, 부지확보 및 설계전략과 안전성평가 전략 등 세 가지 전략으로 구성된다. 안전성 확보 전략의 목표는 훌륭한 관리업무와 공학적 기본원리 및 실행을 상호 연계시키고, 그리고 새로운 정보의 처리뿐만 아니라 과학적 이해와 공학기술의 발전에 대한 장점을 수용하는 데 대한 충분한 유연성을 제공할 수 있도록 추진방향이 수립되어야 한다.

**평가 기본원칙**은 안전성평가를 지원하는 정보와 분석도구의 선정으로서, 처분장 영역 및 지질계통으로 구성되는 처분시스템의 전반적인 기술내용 포함하며, 시스템-안전성에 대한 평가와 관련

되는 과학적 및 기술적 자료와 이해제고 사항 그리고, 시스템의 성능분석을 위해 적용, 계획하는 평가방법, 모델, 컴퓨터코드 및 database 등으로 구성된다.

증거, 분석 및 현안문제들은 SACA의 주 구성 요소로서, 분석 결과는 전통적으로 안전 기준에 따라 비교하여 평가한다. 방사능 피폭 혹은 위해도의 값으로 제시되지만 시스템의 거동 입증에 필요한 성능관련 요소 혹은 규제 충족 여부 모두에 적용되는 성능 평가의 척도이다.

안전입증 통합평가는 평가 기본원칙의 품질과 확실성·신뢰성에 의해 지원되는 취득 가능한 증거, 현안문제 및 분석 등에 대하여 종합·통합평가로서, SACA의 신뢰성을 보장하며, 사업자에 의해 완성된다.

### 3. 토의 및 결론

SACA는 일련의 안전성평가보고서의 형태로 제시된다. 이 과정에서 분야·규모별로 제기 및 분석·평가된 후, 이들에 대한 종합·통합평가과정을 거쳐 높은 단계의 최종안전성입증사례가 완성되는 것으로 귀결될 것이다.

저준위처분: 국내 방폐물 처분장 건설에 관한 인허가 과정에서 구체적인 규제기준 및 제반지침에 대한 사항은 저준위폐기물 처분 관련 제반 지침에 의거 수행된 바 있다. 이 과정은 초기단계 수준의 SACA의 완성으로 간주할 수 있다. 최종 운영을 위한 처분시설의 SACA는 현재, 건설 중 후속조치 세부이행에 대한 요구사항이 해결되면 처분시스템에 대한 SACA 관련 업무는 완성단계에 이르게 될 것이다. 다만, 처분시설의 운영을 위해 “건설중 부지특성·안전성평가 수행 종합 프로그램(안)”을 토대로 접근하는 것이 바람직 하다. 또한, 건설과정에서 새로운 증거, 또는 지역 사회, 이해당사자 및 사업자에 의해 현안문제가 제기될 경우, 이의 안전성입증과 관련한 모든 조사, 분석, 안전성평가 및 심사 등 일련의 과정을 거쳐 최종 SACA가 완성될 것이다. 따라서 건설 허가단계에서 제기된 불확실성과 건설 중 제기될 불확실성관리에 대한 체계적인 종합프로그램에 따라 이행함으로써 목표 달성이 가능하다.

고준위처분: 현재 고준위처분관련 현황은 한국형처분시스템(KRS)의 개발(2007)에 의해 예비단계 수준의 SACA를 달성했다고 평가할 수 있다. 한편 2007년 이후 국내외 여건의 변화와 고준위 처분에 대한 A-KRS의 개발과 함께 국가관리방안의 확립되는 시점에서 고준위처분 관련한 SACA가 확립될 것이다. 한편, 상용처분장을 위한 제반 규제기준은 아직 개발되지 않은 상태이지만, 국내외적인 여건을 감안할 때 처분연구를 통한 A-KRS의 개발과정에 SACA 개념을 수용·접근하는 것이 바람직할 것이다. 일본은 H-3 및 H-12 보고서가 좋은 예이며, 자연유사연구와 연구용URL(미즈나미, 호로노베)을 이용한 안전성입증과정의 실례를 직접 확인할 수 있도록 계획 및 추진 중이다.

결언: SACA의 접근개념은 국제적인 시각에서 방사성폐기물 관리에 관한 일반적인 시각으로 이해 및 인정되며, 대부분 국가에서 수용 및 적용하고 있다. SACA의 개념은 방사능 피폭선량치와 같은 수치적인 계산 결과 이상의 내용을 포함한다는 사실을 인식하여야 하며, 또한 계산 결과를 보장하는 처분시스템의 성능을 입증할 수 있는 증거를 바탕으로, 특정 결정 행위를 뒷받침하는 안전성평가에서 충분한 신뢰성을 나타낼 수 있는지 여부에 대한 판단(결정·심사 등)이 기본업무이다.